

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2011.01.002

淮北地区降雨径流特性及影响因素

袁宏伟^{1,2}, 刘 慧¹, 王少丽², 焦平金²

(1. 河海大学浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098;

2. 中国水利水电科学研究院水利研究所, 北京 100048)

摘要: 为了研究淮北地区天然降雨下的径流及影响因素, 以淮北地区蚌埠新马桥试验区为代表, 基于典型区不同土地利用天然降雨径流小区试验研究及试验区历史降雨资料, 分析研究不同作物植被类型下农田地表径流流失规律。4 次产流试验结果表明: 当小区前期雨量较大时, 小区达到产流条件时的雨强较小, 受作物覆盖影响, 4 种不同土地利用方式下, 产流过程中的累积径流深度有所不同, 农田地表径流累积量在不同作物植被类型间的差异(δ)随着时间的变化而逐渐明显, 到作物生长中期呈显著差异, 表现为 $\delta_{\text{裸地}} > \delta_{\text{玉米地}} > \delta_{\text{棉花地}} > \delta_{\text{大豆地}}$ 。在当地汛期种植如大豆等叶面覆盖程度高的作物可有效减少雨水径流量, 减少了雨水所造成的土壤侵蚀及营养元素流失, 进而可减缓农田对周围水体的富营养化污染。

关键词: 天然降雨; 地表径流; 植被类型; 生长期; 流失; 淮北地区

中图分类号: S157.1; X144

文献标志码: A

文章编号: 1000-1980(2011)01-0005-04

地表径流与土壤侵蚀引起的营养元素流失是导致农业面源污染、河流湖泊等地表水体产生富营养化的主要原因^[1-8]。种植植物是减少侵蚀的有效方法之一, 主要体现在植被的截留、减小雨滴速率、增强入渗、减少地表径流、改良土壤结构、提高土壤的抗冲和抗蚀性等方面, 作物覆盖可有效削减降雨动能 72.65%^[9-12]。研究农田降雨径流流失规律对明确土壤侵蚀发生规律、非点源污染物运移规律、水土资源合理利用评价都有重要理论意义和实用价值。对于降雨径流规律及其影响因素虽已有很多研究, 但大部分都是基于室内降雨试验, 其结果与天然降雨有一定差距。本文基于典型小区天然降雨径流试验和历史降雨数据, 分析研究淮北地区降雨径流特性, 特别是不同作物植被类型下的农田地表降雨径流规律, 探讨不同生长期作物植被类型差异对地表径流产流过程和径流量的影响, 分析地表降雨量与农田径流之间的关系, 从而为减少农田营养元素随径流流失、控制农业面源污染提供科学依据。

1 试验区概况

试验区位于安徽省水利科学院新马桥农水综合试验区。该区地处淮北平原, 位于东经 117°22', 北纬 33°09', 属暖温带半湿润季风气候区。根据 1984—2008 年的降水资料统计分析, 试验区降雨类型多为间歇性降雨, 降雨强度大, 但持续时间短, 一般不超过 1 d; 当地年平均降水量为 933.9 mm, 年均降水日数为 82.5 d。5—9 月份的降水量约占全年总量的 71%。7 月份的降雨量最大, 占全年的 26%。年最大降雨量 1 399.1 mm, 最小降雨量 474.9 mm, 相差 924.2 mm, 表现出年际变化幅度大的特点。

按照 24 h 日雨量在 10 mm 以下为小雨, 10.0~24.9 mm 为中雨, 25.0~49.9 mm 为大雨, 50.0~99.9 mm 为暴雨, 100.0~250.0 mm 为大暴雨, 超过 250.0 mm 为特大暴雨的分级标准, 将 1984—2008 年年内的降雨进行分级统计, 结果表明, 试验区当地每年平均有小雨 56.1 次, 中雨 16.4 次, 大雨 6.9 次, 暴雨 2.5 次, 大暴雨 0.6 次, 特大暴雨在 25 a 内只有 1 次, 发生在 1989 年, 平均为 0.04 次。对年内各月的分级统计表明: 大雨、暴雨主要集中在 5—9 月份, 分别占 25 a 大雨总次数的 77.2% 及暴雨总次数的 93.4%。大暴雨、特大暴雨全部集中在 6—8 月份, 7 月份是各级雨量的多发时期, 暴雨、大暴雨的可能性最大。

收稿日期: 2010-01-15

基金项目: 国家自然科学基金(50639040, 50739003); 浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室开放基金(1061408125)

作者简介: 袁宏伟(1984—), 男, 山东青州人, 硕士研究生, 主要从事农田水环境保护研究。E-mail: yuanhw_1984@163.com

当地年均降雨径流深 240.2 mm, 年均气温和蒸发量分别为 15.0℃和 916.7 mm. 主要种植冬小麦、大豆、玉米、棉花等作物. 试验区供试土壤为砂浆黑土, 土壤质地以重壤质为主, 0~20 cm 表土的颗粒组成如表 1 所示. 汛期地下水埋深 0~1.6 m.

2 材料与方法

2.1 试验设计

根据当地主要作物类型, 分别设置玉米、棉花、大豆 3 种典型作物及裸地 4 种土地利用方式, 每个利用方式重复 3 次, 共布设 12 个小区. 每个试验小区面积 5 m×2 m, 平均地面坡度 0.2%, 作物顺坡平作. 野外田间试验于 2007 年开始. 在播种玉米和大豆及移栽棉花前, 整理田块并一次性撒施底肥, 无追肥. 作物播种和施肥管理措施参考当地习惯(表 2). 2007 年汛期降雨量 1015.3 mm, 为丰水年份, 其间观测到 5 次明显的暴雨径流过程(表 3). 其中: 前 3 次暴雨径流过程发生在 7 月上旬, 由于作物播种较往常晚, 这 3 次径流基本产生于作物苗期; 第 4 次暴雨径流过程发生在 7 月下旬玉米拔节期、棉花蕾期和大豆分枝期, 为作物生育前期, 此次降雨由于雨量计故障无准确数据; 第 5 次暴雨径流过程发生在 8 月下旬玉米抽雄期、棉花花龄期和大豆花荚期, 为作物生育中期.

2.2 试验观测

各试验小区三侧设置高 20 cm 土埂, 采用塑料薄膜包被, 以减少小区间的侧渗与串流. 小区出口一侧经地面导水槽与径流池相连, 用于接收、测量地表径流. 在降雨期间, 利用挡雨设施将径流池与导水槽遮盖, 防止雨水进入. 利用自记式雨量计观测整个降雨过程, 人工观测降雨产流过程并记录径流池中径流深度.

3 结果与分析

3.1 降雨类型

由于自记雨量计故障, 2007 年 7 月 20 日降雨过程记录数据不全, 未给出降雨过程中的雨强变化, 因此 2007 年试验仅得到 4 次产流降雨过程, 如图 1 所示.

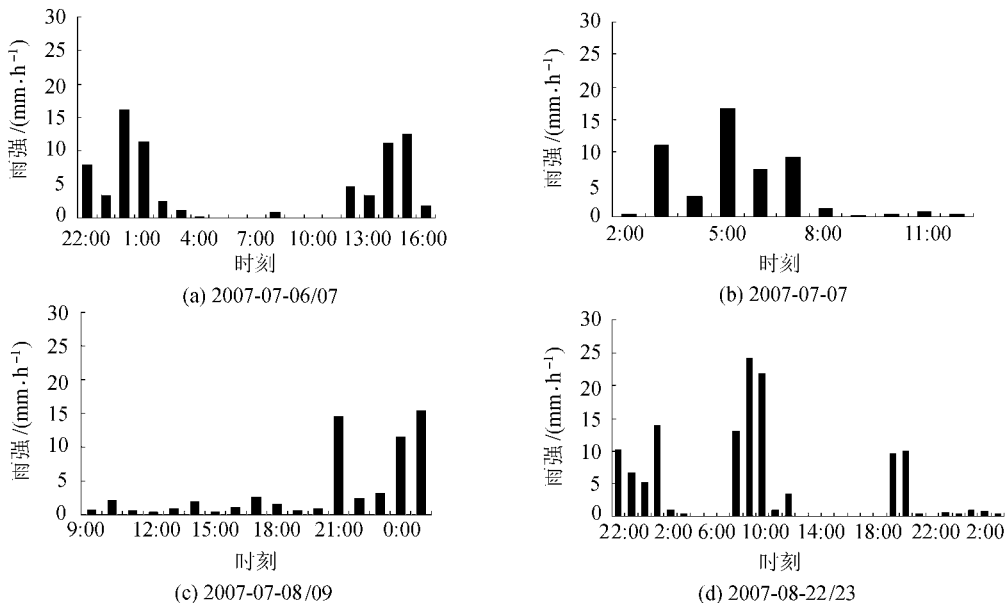


图 1 2007 年次降雨过程
Fig. 1 Rainfall events in 2007

由图 1 可知 : 试验区当地降雨类型多为间歇性降雨 , 降雨呈多峰型 , 强度较大 , 降雨过程持续时间较短 , 一般不超过 1 d , 其中出现 1 次峰值的过程通常 3 ~ 7 h , 平均最大雨强在 25 ~ 30 mm/h 之间 . 地下水位监测结果表明 , 多数暴雨情况下 , 径流产生时的地下水位尚未到达地面 , 包气带土壤孔隙还未蓄满 , 加之短历时大强度的降雨 , 多表现为超渗产流 .

3.2 降雨产流过程

当地夏季 6—8 月降雨强度大 , 是全年产流高峰季节 . 由试验区降雨观测数据可知 , 2007 年 7 月 6 日前 5 d 的降雨累积量为 90.5 mm , 8 月 22 日前 5 d 的降雨累积量为 0 , 因此 4 次产流前期土壤状况是 : 7 月 6—8 日 3 次产流前期土壤湿润 , 而 7 月 6 日前期比 7 月 7 日和 8 日干燥 , 8 月 22 日前期无雨 , 土壤较为干燥 . 由图 1 及图 2 可以看出 : 在前期土壤湿润情况下 , 降雨雨强为 5 ~ 10 mm/h 时 , 试验小区即开始产流 ; 在前期土壤比较干燥时 , 降雨雨强为 10 ~ 15 mm/h 时 , 试验小区开始产流 .

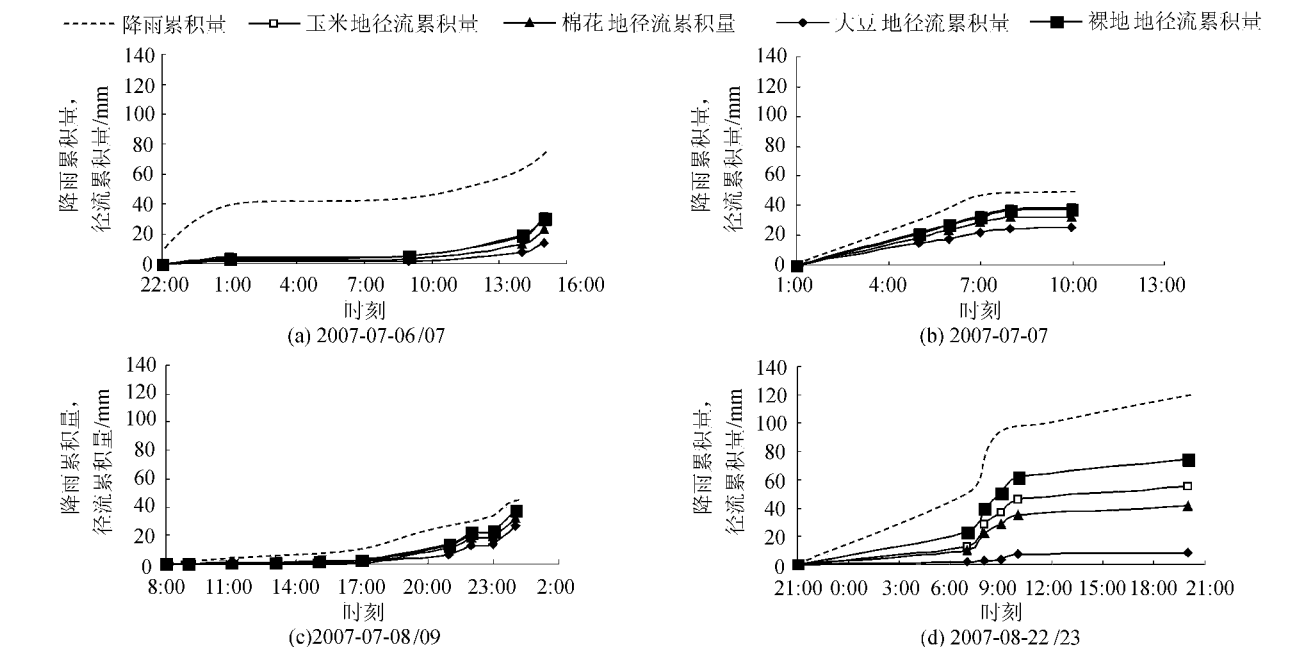


图 2 降雨累积量与产流过程

Fig. 2 Cumulative amount of rainfall and runoff generation process

由图 2 还可以看出 , 不同作物植被类型间农田地表径流累积量的差异随着时间的变化而逐渐显著 , 如 7 月 6 日仅大豆地的相应值明显低于裸地 , 而到作物生长中期则呈现裸地地表径流累积量 > 玉米地地表径流累积量 > 棉花地地表径流累积量 > 大豆地地表径流累积量的显著差异状况与特征 , 且玉米地、棉花地与大豆地的径流量与降雨量的比值分别较裸地减少了 16.0% , 28.1% 和 55.6% .

4 结 论

笔者基于蚌埠新马桥试验区历史降雨资料统计分析及典型区不同土地利用降雨径流小区试验研究 , 探讨了淮北地区降雨径流特性及不同作物植被类型对农田地表产流时间和径流量的影响 , 分析了降雨量与农田径流之间的关系 . 结果表明 : 淮北地区年内降水量变化大 , 主要集中于 6—9 月的汛期 , 而这段时期的降雨强度大、持续时间短 . 试验小区径流主要受前期雨量和作物覆盖影响 , 由于不同植被类型地面覆盖程度不同 , 受此影响试验小区裸地最先产流 , 然后依次为玉米地、棉花地和大豆地 , 到作物生长中期后这种现象最为明显 . 在田间试验条件下 , 4 种土地利用方式产流过程中径流累积量有所不同 , 农田地表径流累积量在不同作物植被类型间的差异随着时间的变化而逐渐显著 , 到作物生长中期 , 达到裸地径流累积量 > 玉米地径流累积量 > 棉花地径流累积量 > 大豆地径流累积量的显著差异状况 . 由此可知 , 土地利用方式对降雨产流量的多少有较大影响 , 地表覆盖度愈大 , 产生的径流量占降雨量的比值愈小 . 因此 , 淮北平原地区 6—9 月种植像大豆等叶面覆盖程度高的作物可减少雨水径流量 .

参考文献 :

[1] 焦平金 , 许迪 , 王少丽 . 汛期不同作物种植模式下地表径流氮磷流失研究 [J] . 水土保持学报 , 2009 , 23 (2) : 15-20 . (JIAO Ping-

- jin ,XU Di ,WANG Shao-li. Nitrogen and phosphorus runoff losses from farmland as affected by cropping pattern during flood season[J]. Journal of Soil and Water Conservation 2009 23(2) :15-20.(in Chinese))
- [2] 焦平金 ,王少丽 ,许迪 ,等. 次暴雨下作物植被类型对农田氮磷径流流失的影响[J]. 水利学报 ,2009 40(3) :296-302.(JIAO Ping-jin ,WANG Shao-li ,XU Di ,et al. Effect of crop vegetation type on nitrogen and phosphorus runoff losses from farmland in one rainstorm even[J]. Journal of Hydraulic Engineering 2009 40(3) :296-302.(in Chinese))
- [3] 张凤华 ,刘建玲 ,廖文华. 农田磷的环境风险及评价研究进展[J]. 植物营养与肥料学报 ,2008 ,14(4) :797-805.(ZHANG Feng-hua ,LIU Jian-ling ,LIAO Wen-hua. Environmental risk and assessment of agricultural phosphorus :a review[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science 2008 ,14(4) :797-805.(in Chinese))
- [4] 黄满湘 ,章申 ,张国梁 ,等. 北京地区农田氮素养分随地表径流流失机理[J]. 地理学报 ,2003 58(1) :147-154.(HUANG Man-xiang ,ZHANG Shen ,ZHANG Guo-liang ,et al. Losses of nitrogen nutrient in overland flow from farmland in Beijing under simulated rainfall condition[J]. Acta Geographica Sinica 2003 58(1) :147-154.(in Chinese))
- [5] 黄俊 ,张旭 ,彭炯 ,等. 暴雨径流污染负荷的时空分布与输移特性研究[J]. 农业环境科学学报 ,2004 ,23(2) :255-258.(HUANG Jun ,ZHANG Xu ,PENG Jiong ,et al. Temporal and spatial distribution and transportation of nitrogen and phosphorus in stormwater runoff[J]. Journal of Agro-Environment Science 2004 23(2) :255-258.(in Chinese))
- [6] 黄云凤 ,张珞平 ,洪华生 ,等. 小流域氮流失特征及其影响因素[J]. 水利学报 ,2006 ,37(7) :801-806.(HUANG Yun-feng ,ZHANG Luo-ping ,HONG Hua-sheng ,et al. Characteristics and influencing factors of nitrogen loss of subwatershed[J]. Journal of Hydraulic Engineering 2006 37(7) :801-806.(in Chinese))
- [7] DOUGLAS C L ,KING K A ,ZUZEL J F. Nitrogen and phosphorus in surface runoff and sediment from a wheat-pea rotation in northeastern oregon[J]. Journal of Environmental Quality ,1998 27(5) :1170-1177.
- [8] 李英杰 ,年跃刚 ,宋英伟 ,等. 太湖五里湖非点源污染的时空变化分析[J]. 四川大学学报 :工程科学版 ,2009 41(2) :125-130.(LI Ying-jie ,NIAN Yue-gang ,SONG Ying-wei ,et al. Spatio-temporal variation of non-point source pollutants in Wuli Lake ,Taihu Lake[J]. Journal of Sichuan University :Engineering Science Edition 2009 41(2) :125-130.(in Chinese))
- [9] 王健 ,吴发启 ,蒋学玮. 作物覆盖与径流能量的关系[J]. 人民黄河 ,2005 ,27(8) :34-36.(WANG Jian ,WU Fa-qi ,JIANG Xue-wei. Relations between crops coverage and runoff energy[J]. Yellow River 2005 27(8) :34-36.(in Chinese))
- [10] 沈桂芬 ,张敬东 ,严小轩 ,等. 武汉降雨径流水质特性及主要影响因素分析[J]. 水资源保护 ,2005 21(2) :57-58.(SHEN Gui-fen ,ZHANG Jing-dong ,YAN Xiao-xuan ,et al. Characteristics of runoff water quality in Wuhan and its main influencing factors[J]. Water Resources Protection 2005 21(2) :57-58.(in Chinese))
- [11] 晏维金 ,尹澄清 ,孙濮 ,等. 磷氮在水田湿地中的迁移转化及径流流失过程[J]. 应用生态学报 ,1999 ,10(3) :312-316.(YAN Wei-jin ,YIN Cheng-qing ,SUN Pu ,et al. Phosphorus and nitrogen transfers and runoff losses from rice field wet-lands of Chaohu Lake [J]. Chinese Journal of Applied Ecology ,1999 ,10(3) :312-316.(in Chinese))
- [12] 高佩玲 ,雷廷武 ,赵军 ,等. 坡面侵蚀中径流含沙量测量方法研究与展望[J]. 泥沙研究 ,2004(5) :28-33.(GAO Pei-ling ,LEI Ting-wu ,ZHAO Jun ,et al. Evaluating the measuring methods to sediment concentration in the runoff of slope erosion[J]. Journal of Sediment Research 2004(5) :28-33.(in Chinese))

Characteristics and influencing factors of rainfall runoff in Huaibei Region

YUAN Hong-wei^{1,2} , LIU Hui¹ , WANG Shao-li² , JIAO Ping-jin²

- (1. Key Laboratory of Integrated Regulation and Resource Development on Shallow Lakes ,
Ministry of Education , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;
2. Department of Irrigation and Drainage , China Institute of Water Resources and
Hydropower Research , Beijing 100048 , China)

Abstract : In order to study the runoff and influencing factors of natural rainfall in Huaibei Region , Xinmaqiao Experimental Zone in Bengbu was taken as a representative . Based on the statistical analysis of historical rainfall data and the natural rainfall-runoff experiments on typical areas with different land uses , the loss rules of surface runoff in farmland under different crop vegetation types were investigated . The results of four times of runoff generation experiments show that when the previous rainfall is large , the rainfall intensity for the generation of runoff is small . Due to the impact of crop vegetation types , under the four kinds of land use patterns , the depth of cumulative amount during the runoff generation process is different . The variation of the difference (δ) of the cumulative amount of surface runoff in farmland with different types of crops with time is gradually obvious . It is significant at the interim period of crop growth , and the descending order is as follows : δ_{bare} , δ_{corn} , δ_{cot} and δ_{soybean} . The planting of crops with large leaves such as soybean during the flood season can effectively reduce the runoff , soil erosion and nutrition loss induced by rainfall so as to mitigate the eutrophication effects of farmland on the nearby water .

Key words : natural rainfall ; surface runoff ; vegetation type ; growth stage ; loss ; Huaibei Region